**Journal of Horticultural Science**
https:// jhs.um.ac.ir



**Research Article**
**Vol. 36, No. 1, Spring 2022, p. 1-14**

# Study on Storability of Afghan Local Onions (*Allium cepa* L.) at Two Thermal Conditions

**S.A. Yaqoobi[1], H. Nemati[2]*, M. Azizi[3], M. Shoor[4]**

Received: 03-10-2017
Revised: 24-10-2018
Accepted: 13-03-2019
Available Online: 20-06-2022

**How to cite this article:**
Yaqoobi S.A., Nemati H., Azizi M., and Shoor M. 2022. Study on Storability of Afghan Local Onions (*Allium cepa* L.) at Two Thermal Conditions. Journal of Horticultural Science 36(1): 1-14. (In Persian with English abstract)
**DOI**: 10.22067/JHS.2021.60204.0

## Introduction

Storage potential is an important characteristic for onion. Annually, a large quantity of worldwide onion production deteriorated during storage. The storage ability of onion is influenced by various endo- and exogenous factors including cultivar and storage conditions specially, temperature. Based on literature, there is considerable genetic variation for onion storability in onion germplasms from different origins. Rivera Martínez *et al.* (2005) evaluated the storability of 18 local and 4 commercial onion cultivars in Spain. Their results showed that there was significant variation for storability among different onion cultivars, and interstingly the local cultivars had more storability than commercial ones. Onion storage could also affected by environmental conditions such as temperature. Benkeblia *et al.* (2000) studied the effects of various temperatures on respiratory parameters of onion. Their finding showed onion respiration were raised by increasing temperature. Likewise, the positive effect of higher temperature on enhancing the growth of sprouts and elevating transpiration has been reported (Miedema, 1998; Yoo *et al.*, 1997). Although, Afghanistan is considered to be one of the origins of onion (Brewster, 1994) there are no reports on estimating the storability of Afghan local cultivars under different temperature conditions. So this research has been conducted to study the effects of various temperatures on storability of native onion cultivars of Afghanistan.

## Materials and Methods

In this research, the plant materials consisted of 10 onion cultivars consisting eight local varieties “Hanaaie Harat”, “Zard-e-Harat”, “Ghermrz-e-Harat”, “Mazar-e-Sharif”, “Kabul”, “Sar-e-Pul”, “Ghonduz” and “Balkhaab” originated from Afghanistan, an Iranian cultivar (“Ghermez-e-Azarshahr”), and a commercial cultivar “Sweet Grano”. The cultivars were stored at two different temperature regimes (5 ºC and ambient temperature), during six-time intervals of 20 days. The average temperature of ambient storage was 13 °C ranging from 8-18 °C. The experiment lasted from November 6$^{th}$, 2011 to March 5$^{th}$, 2012. This research was performed in a completely randomized design based on split factorial design, with three replications. For each replication, 50 healthy non-sprouted bulbs were packaged in plastic nets. Storage potential related characteristics such as sprouting percentage, weight loss percentage, sprout length, and sprout weight/bulb weight ratio in 20 days intervals were measured. All data were subjected to analysis of variance (ANOVA) using SAS statistical software. Mean comparisons were calculated at 5% probability level using LSD when the F-value was significant (Fisher’s protected LSD).

## Results and Discussion

The results showed that there were significant differences among cultivars for storage characteristics (weight loss percentage, sprouting percentage, length of sprouts and sprout weight/bulb weight ratio). “Ghonduz” and “Ghermrz-e-Harat” local cultivars had the most and least storage ability, 50% of bulb sprouting after 105 and 35 days, respectively. Rivera Martínez *et al.* (2005) and Ramin (1999) also reported Spanish and Iranian local

1, 2, 3 and 4- Ph.D. Student, Assistant Professor, Professor and Associate Professor, Department of Horticultural Science and Landscape, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: nemati@um.ac.ir)

cultivars had more storability compared to commercial cultivars. In 5 °C, weight loss of onion bulbs followed a linear model during storage period. But, in ambient storage, it was higher at the beginning and the end of storage period, showing the adverse effects of high temperatures on bulbs weight loss during storage. The interaction between cultivar and time was also significant. It showed onion weight loss differs in various intervals. It could be attributed to the genetic variation and morphological difference such as number and thickness of dry scales of onion bulbs. In ambient storage condition, onion sprouting percentage showed a sharp increase in early storage intervals and became stable in the late intervals. Under 5 °C treatment, it raised as a linear model with very slow slope. It seems that weight loss and sprouting of onion bulbs in ambient storage is dependent on temperature and relative humidity of environment. This finding is in agreement with previous reports (Baninasab and Rahemi, 2006; Forudi, 2005). The sprout length and the ratio of sprout weight to bulb weight was lower in 5 ºC than ambient temperature. Abdalla and Mann (1963) and Yoo *et al.* (1997) also reported that smaller sprouts were observed in lower temperatures.

## Conclusion

In this experiment, the effects of temperature on storability of some local cultivars of onion originated from Afghanistan were studied in different intervals. It was found that the storage potential of onion bulbs could be influenced by genetic factors and environment conditions such as temperature. Findings of this research showed that sprouting percentage, weight loss percentage and onion sprout growth were less under 5 °C treatment than ambient temperature. Therefore, it was concluded that storing onion bulbs in low temperature conditions can reduce the onion spoilage and improve their storage life. Additionally, cultivars showed highly significant variations for all characteristics related to storage ability. Our findings showed that some local cultivars are more storable than commercial cultivars. Among the cultivars, “Ghonduz” cultivar has more storage potent as compared to all studied cultivars. Our results confirmed that local cultivars can be a good source of desirable genes related to storability. Subsequently, they can exploited to broaden the genetic base of breeding matreials.

**Keywords:** Genetic variation, Onion, Spouting, Temperature, Weight loss

نشریه علوم باغبانی
https:// jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱، ص ۱۴-۱

# بررسی انبارمانی توده‌های پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) بومی افغانستان در دو شرایط دمایی

سید علی یعقوبی[۱]– حسین نعمتی[۲*]– مجید عزیزی[۳]– محمود شور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۲

## چکیده

پیاز خوراکی از نظر قابلیت انبارمانی دارای تنوع ژنتیکی زیادی است که شرایط محیطی از جمله دما نیز بر روی آن اثر می‌گذارد. در این تحقیق قابلیت انبارمانی هشت توده پیاز خوراکی بومی افغانستان شامل «حنایی هرات»، «زردهرات»، «قرمزهرات»، «مزارشریف»، «کابل»، «سرپل»، «قندوز» و «بلخاب»، به همراه رقم ایرانی «قرمزآذرشهر» و رقم تجاری «سویت‌گرانو» در دو دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و دمای انبار معمولی در طی ۱۲۰ روز (۶ دوره ۲۰ روزه) بررسی شد. این آزمایش از نیمه آبان تا نیمه اسفند سال ۱۳۹۰ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل خرد شده بر پایه طرح کاملاً تصادفی طرح‌ریزی و اجرا گردید. نتایج نشان داد بین ارقام از نظر صفات انبارمانی (درصد کاهش وزن، درصد سبزشدن، طول جوانه سبز شده و وزن جوانه سبز شده به وزن سوخ)، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. طی ۱۲۰ روز انبارداری در انبار معمولی، بیشتر توده‌ها با سرعت زیادی شروع به سبزشدن کردند، به صورتی که در توده‌های حنایی هرات، قرمز کابل، سرپل، بلخاب و قرمزآذرشهر، ۵۰ روز و در توده‌های بومی زردهرات، مزارشریف و رقم سویت‌گرانو، حدود ۷۵ روز پس از شروع انبارداری حدود ۵۰ درصد از سوخ‌ها سبزشدند، اما توده بومی قندوز و قرمزهرات به ترتیب بیشترین و کمترین ماندگاری (۵۰ درصد سبزشدن پس از ۱۰۵ و ۳۵ روز در دمای انبار معمولی) را داشتند. کمترین کاهش وزن مربوط به توده قندوز (۱۴/۳ درصد در انبار معمولی و ۱۲/۷ درصد در ۵ درجه سانتی‌گراد) و بیشترین کاهش وزن مربوط به توده بلخاب (۲۰/۶ درصد در انبار معمولی و ۱۴/۶ درصد در ۵ درجه سانتی‌گراد) بود. همچنین بین دو شرایط دمایی از نظر صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت. اثر متقابل زمان و رقم در مورد صفات کاهش وزن و سبزشدن، در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد، بنابراین الگوی کاهش وزن و سبزشدن ارقام طی دوره انباری با هم متفاوت بود. اثر متقابل زمان × شرایط دمایی در صفات کاهش وزن و سبزشدن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. کاهش وزن در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد روند خطی کاهشی و سبزشدن روند خطی افزایشی با شیب کم داشت، در حالی که در مورد دمای انبار معمولی یک الگوی منحنی شکل وجود داشته به‌طوری‌که در اواسط دوره، کاهش وزن کمتر و سبزشدن بیشتر بوده است. اثر متقابل دما×رقم، فقط در مورد کاهش وزن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. کاهش وزن سوخ‌ها، در دمای انبار معمولی در ابتدا و انتهای دوره انبارداری بیشتر بود، اما در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، کاهش وزن طبق یک مدل خطی در طول زمان انبارمانی کاهش یافت. درصد سبزشدن سوخ‌ها، در دمای انبار معمولی در فواصل ابتدایی دوره انبارداری با سرعت زیاد افزایش یافت و در فواصل انتهایی انبارمانی ثابت شد، اما در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، درصد سبزشدن طبق یک مدل خطی با شیب بسیار کمی در طول زمان افزایش داشت. در مجموع از بین ارقام و توده‌های بومی مختلف پیاز مورد بررسی در این پژوهش، توده بومی قندوز انبارمانی بیشتری داشت. تنوع زیادی در انبارمانی توده‌های پیاز بومی افغانستان وجود دارد که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** پیاز، تنوع ژنتیکی، دما، سبزشدن، کاهش وزن

۱، ۲، ۳ و ۴– به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار، استاد و دانشیار، گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*– نویسنده مسئول: Email: nemati@um.ac.ir)

DOI: 10.22067/JHS.2021.60204.0

## مقدمه

انبارمانی پیاز خوراکی از صفات مهم موردتوجه در کشت و توسعه این محصول است. هرساله مقدار زیادی از محصول تولیدی پیاز خوراکی می‌تواند به دلایل مختلفی از جمله پتانسیل ژنتیکی پایین انبارمانی رقم، عوامل نامساعد پرورش، آماده سازی و شرایط نامساعد رطوبتی و دمایی و گازی انبار از بین برود. انتخاب ارقام مناسب با قابلیت انبارمانی بالا و بهینه سازی دمایی شرایط انبار برای پیاز از راهکارهایی است که می‌تواند خسارت را کاهش دهد (Brewster, 1997).

وقتی پیاز بالغ می‌شود، سوخ وارد مرحله‌ی خواب می‌گردد. تصور می‌شود آغاز خواب با انتقال مواد بازدارنده رشد از جمله اسید ابسایزیک از برگ‌ها به سوخ‌ها ایجاد می‌شود که باعث کاهش چشمگیری در میتوز جوانه انتهایی ساقه در مرحله‌ی پس از برداشت می‌شود. در طول زمان پس از برداشت، میزان بازدارنده‌های رشد کاهش می‌یابد که با افزایش فعالیت سیتوکنین و سپس جیبرلین و اکسین همراه است که باعث افزایش کند میزان تنفس سوخ، افزایش در وزن جوانه رشد کرده درون سوخ و کاهش زمان تولید ریشه‌ها و جوانه قابل رویت، می‌شود (Chope *et al.*, 2007). سبزکردن سوخ به عنوان اولین نشانه ظاهری پایان قابلیت انبارمانی پیاز خوراکی محسوب می‌شود. رشد جوانه سبز شده باعث مصرف مواد ذخیره‌ای سوخ ، کاهش وزن و تو خالی شدن سوخ‌ها می‌شود.

قابلیت انبارداری در ارقام مختلف متفاوت است (Gubb and MacTavish, 2002). نتایج میدما (Miedema, 1994)، در مطالعه ی ۱۰ رقم پیاز خوراکی ذخیره شده در دمای ۱۰ درجه، نشان داد، زمان طی شده تا ۵۰٪ سبزکردن در انبار خشک از ۱۴۹ روز تا ۳۱۰ روز متفاوت بود. نتایج فرودی (Forudi, 2005) در مطالعه ی ۵ رقم پیاز خوراکی بومی ایران در شرایط انبار معمولی، نشان می‌دهد درصد سبزکردن و کاهش وزن این ارقام با هم متفاوت است. بر اساس نتایج ریورا مارتینز و همکاران (Rivera Martínez *et al*., 2005) که ۱۸ لاین محلی و ۴ رقم تجاری را در اسپانیا در دمای ۱۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد مقایسه کرد، ارقام از نظر درصد سبزشدن بعد از ۱۲، ۱۶، ۲۰ و ۲۴ هفته در دمای ۱۰-۱۵ درجه با هم تفاوت معنی‌داری نشان دادند. همچنین نتایج او نشان داد بعضی از ارقام محلی قابلیت انبارمانی بیشتری نسبت به ارقام تجاری داشتند که این موضوع اهمیت تحقیقات روی توده‌های بومی هر منطقه را نشان می‌دهد. ارقام در تعداد پوست خشک و ضخامت آن با هم تفاوت دارند که این موضوع می‌تواند بر قابلیت انبارمانی پیاز و میزان کاهش وزن، اثر بگذارد (Brewster, 1997;Gubb and MacTavish, 2002).

علاوه بر رقم، دمای انبار اثر تعیین‌کننده‌ای بر انبارمانی پیاز خوراکی دارد (Gubb and MacTavish, 2002). دمای پایین میزان تنفس را کاهش می‌دهد و با کاهش فعالیت رشدی مانع سبزشدن پیاز می‌شود. بنکبلیا و همکاران (Benkeblia *et al.*, 2000) با بررسی میزان تنفس یک رقم پیاز خوراکی در دماهای ۴، ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد، به این نتیجه رسیدند که با افزایش دما میزان تنفس پیازها نیز افزایش می‌یابد. همچنین نتایج آنها نشان می‌دهد میزان تنفس سوخ‌های سبز شده بیشتر از سوخ‌های سبز نشده است. به نظر می‌رسد که سبزشدن با افزایش در میزان سایتوکینین آغاز می‌یابد. دمای ۲۵- ۳۰ درجه سانتی‌گراد تولید سایتوکینین را مختل می‌کند، اما دمای حدود ۱۵ درجه محرک تولید آن است (Chope *et al*., 2007) و باعث سبزشدن پیاز می‌شود. نتایج محققین نشان می‌دهد رشد جوانه در دمای پایین‌تر رشد کمتری نسبت به دماهای بالاتر دارد (Abdalla and Mann, 1963; Chope *et al*., 2007; Yoo *et al*., 2012). همچنین در دمای پایین‌تر میزان تبخیر و تعرق و کاهش رطوبت پیاز، کمتر می‌شود (Gubb and MacTavish, 2002).

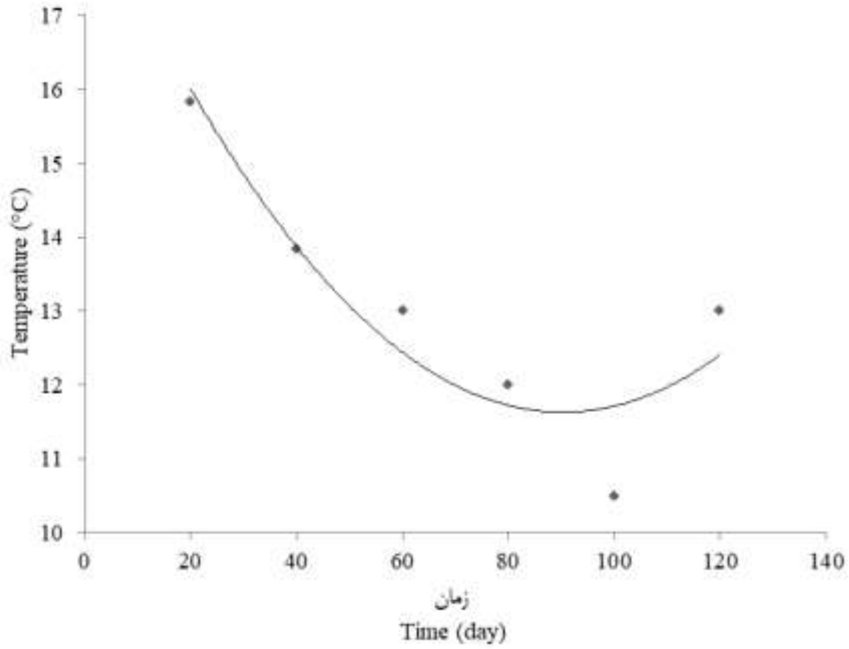
افغانستان از مناطق اصلی تنوع ژنتیکی پیاز خوراکی محسوب می‌شود (Brewster, 2008)، که امروزه توده‌های بومی زیادی در مناطق مختلف آن کشت‌وکار می‌شود. تا کنون گزارشی در مورد پتانسیل انبارمانی این توده‌های بومی به چاپ نرسیده است. همچنین اطلاعاتی در مورد خصوصیات مربوط به انبارمانی پیاز در فواصل بین دوره انبارداری وجود ندارد. هدف ما در این تحقیق بررسی انبارمانی هشت توده پیاز خوراکی بومی افغانستان در دو دمای مختلف و فواصل بین دوره انبارداری است.

## مواد و روش‌ها

در این آزمایش، ماندگاری هشت توده بومی پیاز خوراکی مربوط به مناطق مختلف افغانستان به‌علاوه‌ی رقم ایرانی «قرمزآذرشهر» و رقم «تجاری سویت‌گرانو» در دو شرایط دمایی مختلف در طی چهار ماه بررسی شد. سوخ‌های مورداستفاده در آزمایش، از کاشت بذور این توده‌ها و ارقام، در باغ پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۰، تحت شرایط یکسان، به‌دست‌آمده بود.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل خرد شده بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. زمان به‌عنوان عامل اصلی دارای ۶ سطح شامل فواصل ۲۰ روز از نیمه آبان تا نیمه اسفند بود. عوامل فرعی شامل اثر رقم در ۱۰ سطح شامل «حنایی هرات»، «زردهرات»، «قرمزهرات»، «مزارشریف»، «کابل»، «سرپل»، «قندوز»، «بلخاب»، «قرمزآذرشهر» و «سویت‌گرانو» و اثر شرایط دمایی انبار در دو سطح شامل دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و انبار معمولی بود. انبار معمولی اتاقی سرپوشیده بدون تجهیزات سرمایشی و گرمایشی بود. دمای انبار

معمولی با استفاده از یک دماسنج حداکثر و حداقل اندازه‌گیری شد. میانگین دمای انبار معمولی حدود ۱۳ درجه سانتی‌گراد بود که حداکثر به ۱۸ درجه در روز و حداقل ۸ درجه در شب رسید (۱۳±۵°C). در شکل ۱ میانگین دمای انبار معمولی طی آزمایش نشان داده شده است.




**شکل ۱- میانگین دمای انبار معمولی در طی ۱۲۰ روز انبارداری از ۱۵ آبان تا ۱۵ اسفند سال ۱۳۹۰**

**Figure 1- Average temperature of ambient storage during 120 days storage from November 6th to March 5th , 2011-2012**

برای هر تکرار از هر تیمار، ۵۰ عدد سوخ سالم و فاقد هرگونه بیماری و سبزشدگی، با وزن متوسط ۷۰ گرم از هر رقم، انتخاب و در کیسه‌های توری پلاستیکی قرار داده شد.

در فواصل ۲۰ روزه بعد از قرارگرفتن پیازها در دو شرایط دمایی، تعدادی از صفات مرتبط با قابلیت انباری پیازها اندازه‌گیری و ثبت گردید. وزن پیازها در زمان قرارگرفتن در انبار ثبت شده بود. برای اندازه‌گیری کاهش وزن پیازها، در فواصل زمانی بعدی، پیازها دوباره وزن می‌شدند، سپس پیازهای سبز شده جدا می‌شد و وزن تر پیازهای باقیمانده ثبت می‌گردید. درصد کاهش وزن سوخ‌ها در هر دوره بر اساس رابطه ذیل، محاسبه شد:

$$\mathbf{R_1} = (W_i/W_{i-1}) \times 100$$

$R_i$ = درصد کاهش وزن پیازها در طی دوره‌ی iام

$W_i$ = وزن سوخ‌ها در پایان دوره iام

$W_{i-1}$ = وزن سوخ‌ها در پایان دوره‌ی قبلی

در هر دوره‌ی اندازه‌گیری، تعداد پیازهای سبز شده، شمارش و وزن آن‌ها ثبت می‌گردید. درصد سبزشدن پیازها بر اساس رابطه ذیل محاسبه شد:

درصد سبزشدن پیازها = ۱۰۰× (تعداد کل سوخ‌ها /تعداد سوخ سبز شده)

طول جوانه سبز شده از محل گردن پیاز اندازه‌گیری می‌شد، سپس جوانه سبز شده از محل گردن قطع و وزن آن ثبت می‌گردید. میانگین وزن سوخ‌های سبز شده به دست آمد و درصد وزن جوانه سبز شده به وزن سوخ از رابطه ذیل محاسبه شد:

درصد وزن جوانه سبز شده به وزن سوخ = ۱۰۰ × (وزن سوخ سبز شده /وزن جوانه سبز شده)

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.0 انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. داده‌های مربوط به درصد سبزشدن پیازها، پس از تبدیل زاویه‌ای ($Arcsin\sqrt{x+0.01}$) تجزیه واریانس و مقایسه میانگین شدند. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

## نتایج و بحث

### کاهش وزن

طی ۱۲۰ روز انبارداری، کمترین کاهش وزن مربوط به توده قندوز (۱۴/۳ درصد در انبار معمولی و ۱۲/۷ درصد در ۵ درجه سانتی‌گراد) و بیشترین کاهش وزن مربوط به توده بلخاب (۲۰/۶

درصد در انبار معمولی و ۱۴/۶ درصد در ۵ درجه سانتی‌گراد) بود. اثر متقابل بین زمان اندازه‌گیری و شرایط دمایی انبار در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). کاهش وزن سوخها در دمای ۵ درجه روند کاهشی داشت، به صورتی که در ابتدای انبارداری حداکثر کاهش وزن مشاهده می‌شود، اما در انتهای دوره به حداقل می‌رسد. در دمای انبار معمولی، وسط دوره انبارداری، کاهش وزن سوخها کم می‌شود اما سپس افزایش می‌یابد (شکل ۲). احتمالاً چون سوخها در ابتدای انبارداری محتوای آب بیشتری دارند، ازدست‌دادن آب و کاهش وزن نیز، در ابتدا بیشتر است. در ابتدای دوره انبارداری دمای انبار بیشتر بوده و درصد کاهش وزن نیز بیشترین مقدار را داشته، در اواسط دوره با کاهش دما مقدار کاهش وزن نیز کم شده و در پایان دوره با کمی افزایش دما، درصد کاهش وزن نیز افزایش‌یافته است. میزان رطوبت محیط نیز در میزان کاهش وزن خصوصاً در انبار معمولی، می‌تواند اثرگذار باشد. رطوبت محیط در ابتدای دوره انبارداری کمتر است، بنابراین پیازها آب بیشتری از دست می‌دهند، اما در زمستان که رطوبت محیط بیشتر است، کاهش وزن کمتر می‌شود. به‌طورکلی تبخیر و تعرق در دمای بالاتر، بیشتر بوده است (شکل ۲).

**جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات انبارمانی ارقام مختلف پیاز خوراکی**

**Table 1- ANOVA for the storability characteristics of different onion cultivars**

| منابع تغییر<br>Source of variation | DF | میانگین مربعات Mean Squares<br>کاهش وزن<br>Weight loss | سبزشدن<br>Sprouting | طول جوانه سبز شده<br>Length of sprouts | وزن جوانه سبز شده به وزن سوخ<br>Sprout weight/ bulb weight |
|---|---|---|---|---|---|
| زمان Time | 5 | 0.60 ** | 1310.96 ** | 67.46 ns | 1.09 ns |
| خطا $E_a$ (a) | 12 | 0.11 | 154.46 | 51.43 | 1.09 |
| رقم Cultivar | 9 | 2.59 ** | 582.14 ** | 487.20 ** | 2.29 ** |
| شرایط دمایی<br>Temperature condition | 1 | 34.29 ** | 39026.59 ** | 5045.88 ** | 57.45 ** |
| زمان× رقم<br>Time×cultivar | 45 | 0.46 * | 213.12 * | 70.54 ns | 1.15 ns |
| زمان× شرایط دمایی<br>Time×Temperature | 5 | 0.91 ** | 685.59 ** | 45.64 ns | 0.57 ns |
| رقم× دما<br>Cultivar×Temperature | 9 | 0.58 * | 111.05 ns | 75.47 ns | 0.96 ns |
| زمان× رقم× شرایط دمایی<br>Time×Cultivar×Temperature | 45 | 0.33 ns | 185.27 ns | 50.41 ns | 1.08 ns |
| خطا $E_b$ (b) | 228 | 0.27 | 145.30 | 51.00 | 0.94 |

ns، * و **: به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, *, **: non-significant and significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

باتوجه‌به معنی‌دار شدن اثر متقابل زمان اندازه‌گیری و رقم بر کاهش وزن پیازها (جدول ۱)، می‌توان گفت میزان کاهش وزن توده‌های مختلف پیاز در طول مدت انبارداری با هم متفاوت است. نتایج نشان داد اثر متقابل بین رقم و دما بر کاهش وزن پیازها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل بین رقم و دما بر کاهش وزن ارقام مختلف پیاز در شکل ۳ مشاهده می‌شود. باتوجه‌به این شکل، در همه ارقام به‌غیراز توده قرمزهرات و توده قندوز، درصد کاهش وزن در دمای انبار سرد نسبت به شرایط دمای انبار معمولی کمتر بوده است اما در توده‌های قرمزهرات و قندوز تفاوت معنی‌داری بین درصد کاهش وزن در دو شرایط دمایی مختلف وجود ندارد. کمترین کاهش وزن، هم در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و هم در دمای انبار معمولی، مربوط به توده بومی قندوز بود. در مجموع توده بومی بلخاب و سرپل بیشترین کاهش وزن را در دمای انبار معمولی داشتند که در مورد توده بلخاب می‌توان آن را به تعداد کمتر پوست خشک در این توده بومی (نتایج منتشر نشده) نسبت داد. نبود پوست خشک خارجی، میزان تنفس را افزایش می‌دهد که باعث کاهش ماده خشک پیاز می‌گردد و سبز کردن را تسریع می‌کند. از طرفی پوست خشک پیاز مانع تبخیر آب و کاهش وزن تر پیاز می‌شود. ضخامت پوست پیاز که در ارقام مختلف متفاوت است، نیز در میزان تبخیر و تعرق اثرگذار است (Brewster, 2008) که تفاوت در ماندگاری توده‌ها به این خصوصیت نیز مربوط می‌شود.

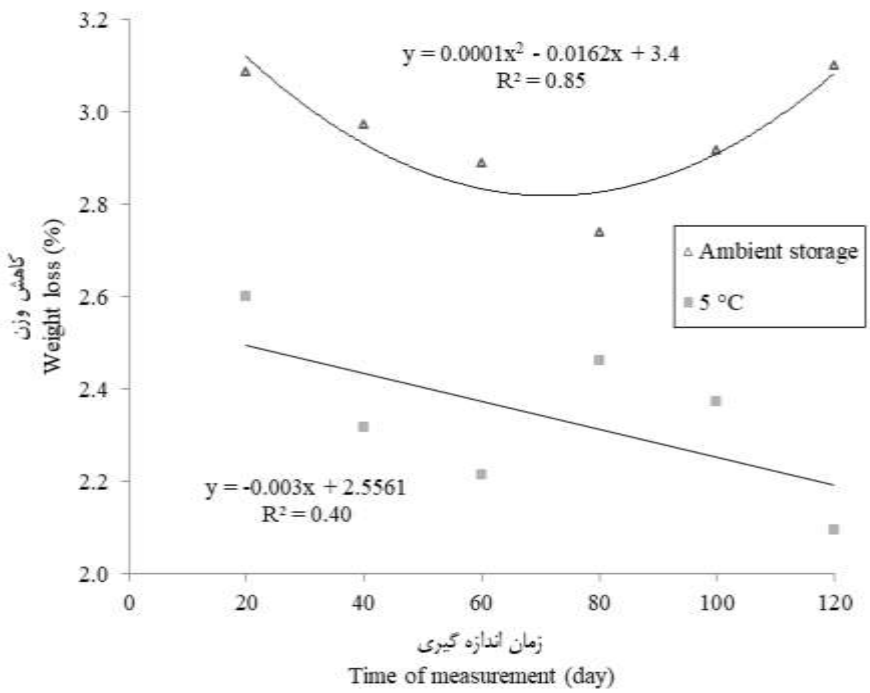
جدول ۲- خصوصیات انبارمانی ارقام مختلف پیاز خوراکی و شرایط دمایی مختلف در فواصل ۲۰ روزه

**Table 2- Means comparison of storability characteristics of different onion cultivars and different temperature condition in 20 days intervals**

| تیمار<br>Treatment | کاهش وزن<br>Weight loss (%) | سبزشدن<br>Sprouting (%) | طول جوانه سبز شده<br>Length of sprouts (mm) | وزن جوانه سبز شده به وزن سوخ<br>Sprout weight/ bulb weight (%) |
|---|---|---|---|---|
| **Cultivar ارقام** | | | | |
| "Hanaaie Harat" حنایی هرات | 2.45 b | 13.66 cd | 4.97 f | 0.35 d |
| "Zard-e-Harat" زردهرات | 2.80 a | 18.64 bc | 16.91 a | 0.88 abc |
| "Ghermrz-e-Harat" قرمزهرات | 2.84 a | 24.74 a | 11.85 b | 1.19 a |
| "Mazar-e-Sharif" توده مزارشریف | 2.46 b | 17.78 bc | 12.51 b | 0.74 |
| "Kabul" قرمز کابل | 2.82 a | 20.27 ab | 8.45 cde | 0.89 abc |
| "Sar-e-Pul" توده سرپل | 2.92 a | 19.62 ab | 6.38 ef | 0.67 bcd |
| "Ghonduz" توده قندوز | 2.25 b | 10.66 d | 6.21 ef | 0.53 bcd |
| "Balkhaab" توده بلخاب | 3.04 a | 21.01 ab | 10.11 bcd | 0.84 abc |
| "Ghermez-e-Azarshahr" قرمزآذرشهر | 2.41 b | 20.49 ab | 11.11 bc | 0.93 ab |
| "Sweet Grano" سویت‌گرانو | 2.49 b | 15.87 bcd | 6.8 def | 0.46 cd |
| **شرایط دمایی<br>Temperature conditions** | | | | |
| انبار معمولی (Ambient storage) | 2.96 a | 28.7 a | 13.27 a | 1.15 a |
| دمای ۵ درجه سانتی‌گراد (5 °C) | 2.34 b | 7.9 b | 5.79 b | 0.35 b |

در هر ستون، میانگین‌های مربوط به هر تیمار که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

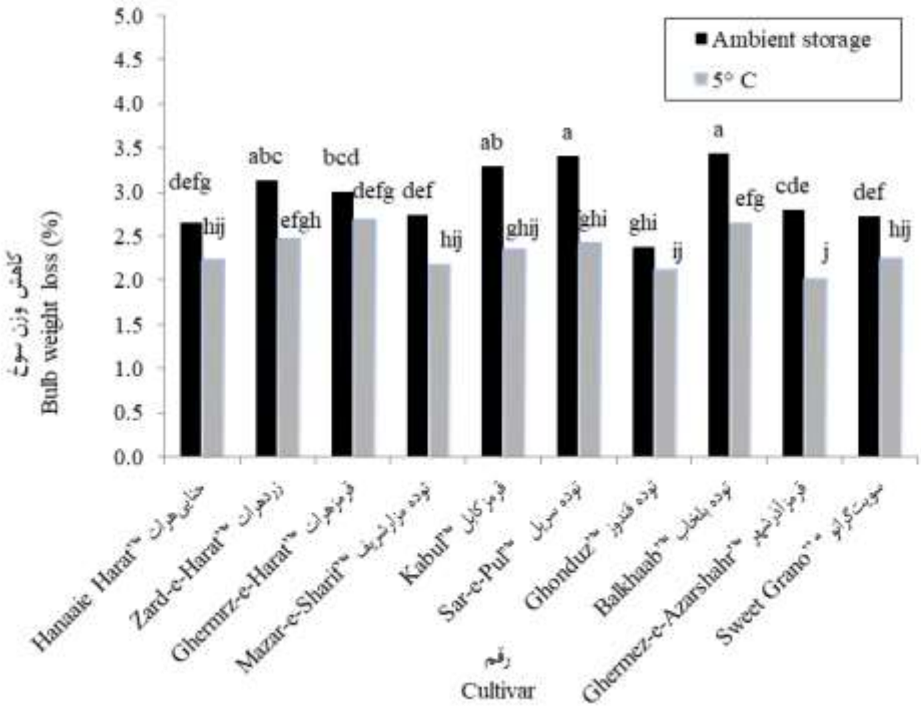
In each column, means with same letters have not significant difference at 5% of probability level by LSD test.




**شکل ۲- روند کاهش وزن سوخ‌ها در دو شرایط دمایی ۵ درجه سانتی‌گراد و انبار معمولی در فواصل ۲۰ روزه از ۱۵ آبان تا ۱۵ اسفند سال ۱۳۹۰**

**Figure 2- Trend of bulb weight loss under two different temperature conditions in 20 days intervals from November 6th to March 5th, 2011-2012**

نتـــایج فـــرودی (Forudi, 2005) و گورپـــاتی و همکـــاران (Gorrepati *et al*., 2018) نیز تایید می‌کند درصد کاهش وزن ارقام مختلف پیاز با هم تفاوت دارد. بنی نسب و راحمـی (Baninasab *et al*., 2006) نیز با بررسی دو رقم قرمزآذرشهر و یلو سویت اسـپانیش در دماهای ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به این نتیجـه رسـیده انـد کاهش وزن این دو رقم با هم تفاوت معنی‌داری دارد و با افزایش دما، بیشتر می‌شود. به‌طورکلی در ارقام و دماهـای مختلـف، رونـد کـاهش تجمعی وزن در طول زمـان انبـارداری، از یـک مـدل خطـی تبعیـت می‌کند (شکل ۴).



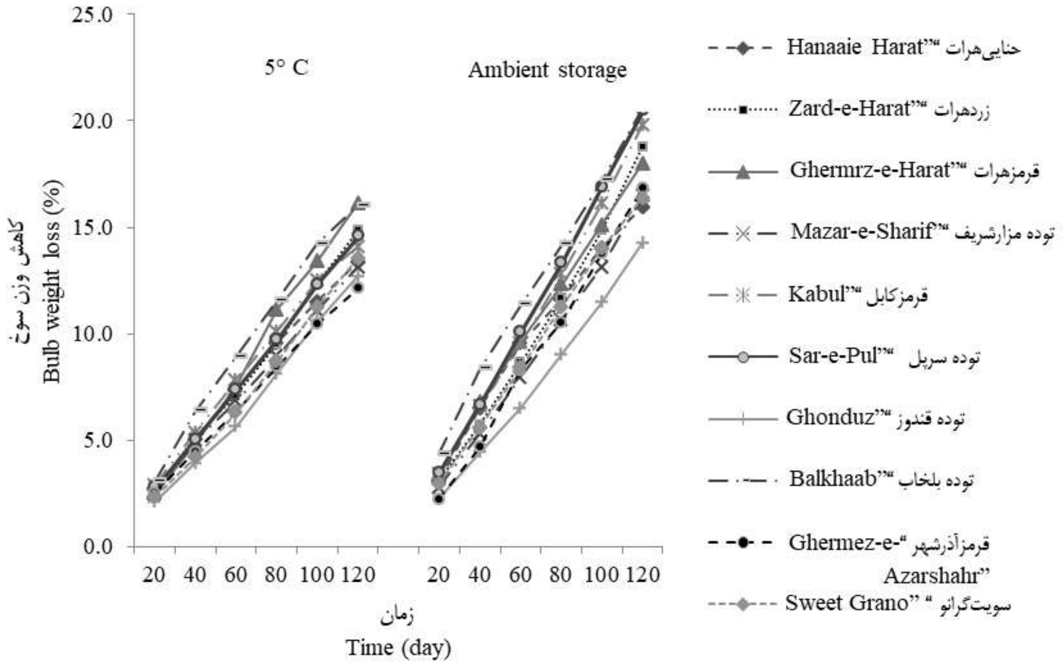

**شکل ۳– کاهش وزن سوخ پیازها در فواصل ۲۰ روزه تحت‌تأثیر اثر متقابل رقم × شرایط دمایی**

**Figure 3- Bulb weight loss of onions in 20 days intervals under the interaction between Cultivar × temperature conditions (LSD, *p≤0.05*)**

## سبزشدن

در طی ۶ دوره اندازه‌گیری در فواصل ۲۰ روز، درصد سبزشدن در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد با شیب بسیار کمی به‌صورت خطی افـزایش یافت اما در دمای انبار معمولی تا روز ۸۰، سرعت سبزشدن پیازها زیاد بود و بعد از آن تقریباً ثابت ماند (شکل ۵). یکی از عواملی که می‌تواند روند سبزشدن پیازها در انبار معمولی را توجیـه کنـد تفـاوت میـانگین دمای انبار معمولی در دوره‌های مختلف، باشد. شکل ۷ رابطـه‌ی بـین میانگین دمای انبار و درصد سبزشدن ارقـام مختلـف پیـاز را در انبـار معمولی نشان می‌دهد. بر اساس این شکل، بیشترین درصد سبزشـدن زمانی اتفاق افتاده است که میانگین دما بـین ۱۰ تـا ۱۳ درجـه بـوده است. با افزایش دما از ۱۳ تا ۱۶ درجه، سبزشدن پیازها کـاهش‌یافتـه است. بررسی درصد سبزشدن دو رقـم پیـاز در دماهـای ۱۵، ۲۵ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد توسط بنـی نسـب و راحمـی (Baninasab *et al*., 2006) نیز، نشان می‌دهد با افـزایش دمـا از ۱۵ درجـه تـا ۳۵ درجـه سانتی‌گراد درصد سبزشدن پیازها به‌شدت کاهش‌یافته است. همچنین بین ارقام در درصد سبزشدن تفاوت معنی‌دار وجود داشته است. عامـل دیگر می‌تواند توزیع متفاوت خواب در بین تک سوخ‌های هر رقم باشد که شکل ۵ نیز می‌تواند موید این مطلب باشد.

درصد سبزشدن در دمای ۵ درجه سانتی‌گـراد بسـیار پـایین‌تـر از دمای انبار معمولی بوده است. این نشان مـی‌دهـد در دمـای ۵ درجـه سانتی‌گراد فعالیت رشدی سوخ‌ها کمتر بوده است. نتایج یو و همکاران (Yoo *et al*., 1997) نشان می‌دهد تغییرات قندها در سوخ‌های انبـار شده در دمـای ۲۴ و ۳۰ درجـه سـانتی‌گـراد در مقایسـه بـا ۵ درجـه سانتی‌گراد بیشتر بوده است.

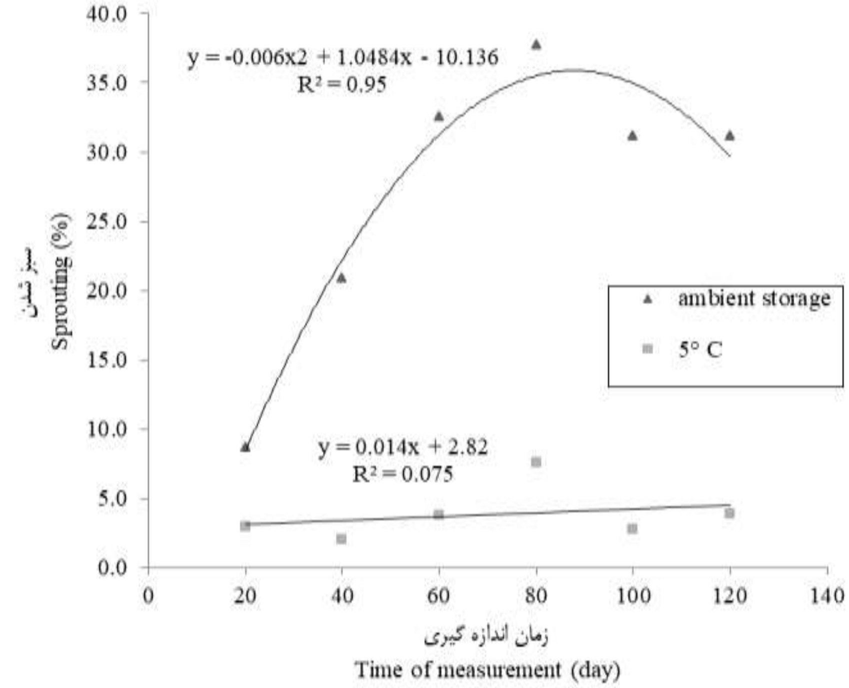



**شکل ۴- مقایسه روند تجمعی کاهش وزن ارقام مختلف پیاز در دو شرایط دمایی از ۱۵ آبان تا ۱۵ اسفند سال ۱۳۹۰**

**Figure 4- Comparison of cumulative bulb weight loss of different onion cultivars in two temperature conditions from November 6th to March 5th, 2011-2012**

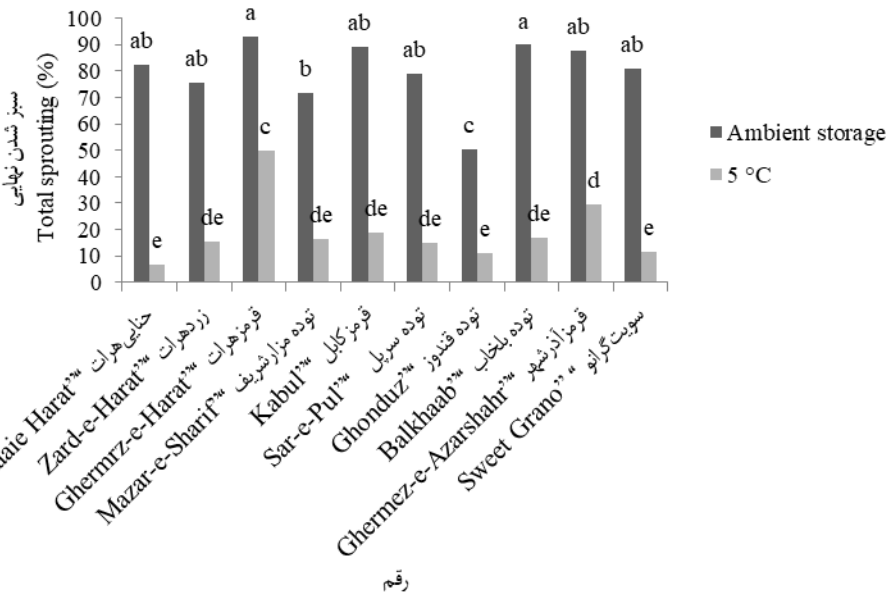
در شکل ۶ مشاهده می‌شود کمترین درصد سبزشدن در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و انبار معمولی (به ترتیب ۱۱ و ۵۰/۲ درصد)، بعد از ۱۲۰ روز، مربوط به توده بومی قندوز بوده است. درصد سبزشدن توده‌ها و ارقام مختلف پیاز با هم تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۱). تفاوت ارقام پیاز از لحاظ سبزشدن در طی انبارداری توسط گورپاتی و همکاران (Gorrepati *et al*., 2018) نیز گزارش شده است. توده بومی قرمزهرات بیشترین درصد سبزشدن را در هر دو شرایط دمایی (۵۰/۱ درصد در ۵ درجه و ۹۲/۸ درصد در انبار معمولی) به خود اختصاص داده است به صورتی که حتی در دمای ۵ درجه، بیش از دوبرابر دیگر توده‌های بومی سبز شده است که نشان می‌دهد پتانسیل انبارداری این توده بسیار پایین می‌باشد. کو و همکاران (Ko *et al*., 2002) نیز گزارش کردند ضایعات انباری ۱۲ رقم پیاز طی سه ماه انبارداری در شرایط انبار معمولی بین ۲۱ تا ۹۹ درصد بود. باتوجه‌به شکل ۶، در شرایط دمایی انبار معمولی، میزان سبزشدن در توده قندوز کمتر از رقم تجاری سویت‌گرانو است. نتایج ریورا مارتینز و همکاران (Rivera Martínez *et al*., 2005) نیز نشان می‌دهد بعضی از ارقام محلی اسپانیا قابلیت انبارمانی بیشتری نسبت به ارقام تجاری دارا هستند. همچنین بر اساس نتایج رامین (Ramin, 1999) توده بومی درجه ماندگاری بیشتری نسبت به رقم تگزاس ارلی گرانو دارد. با توجه به این نتایج، قابلیت انبارمانی بعضی از توده‌های بومی بیشتر از ارقام معروف تجاری است. این موضوع برتری ژنتیکی بعضی از توده‌های بومی از نظر قابلیت انبارمانی را نشان می‌دهد. می‌توان این توده‌های بومی را برای بهبود ژنتیکی انبارمانی پیازها، وارد برنامه اصلاحی کرد. همچنین معنی‌دار شدن اثر رقم در مورد صفت سبزشدن، نشان می‌دهد این صفت وراثت پذیری بالایی داشته است. بنابراین می‌توان با انتخاب کیفیت انباری پیازها را بهبود بخشید (Pike, 1986).

اثر متقابل زمان اندازه‌گیری و رقم بر درصد سبزشدن توده‌های مختلف پیاز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱). براین‌اساس می‌توان گفت روند سبزشدن توده‌های مختلف پیاز در طی انبارداری با هم متفاوت است. بر اساس شکل ۸، روند سبزشدن پیازها در طول انبارداری در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد تقریباً خطی است که با شیب کمی افزایش می‌یابد، به‌استثنای توده بومی قرمزهرات که ۴۰ روز پس از انبارداری سرعت سبزشدن به‌شدت افزایش می‌یابد، به صورتی که تا روز ۸۰، حدود ۵۰ درصد پیازها سبز می‌شوند. می‌توان با قراردادن توده‌های قندوز و حنایی هرات در دمای ۵ درجه، درصد سبزشدن را به حدود ۱۰ درصد کاهش داد. در دمای انبار معمولی، بیشتر توده‌ها با سرعت زیادی شروع به سبزشدن کرده‌اند، به صورتی که در توده بومی قرمزهرات، ۳۵ روز، در توده‌های حنایی هرات، قرمز کابل، سرپل، بلخاب و قرمزآذرشهر، ۵۰ روز و در توده‌های بومی زردهرات، مزارشریف و رقم سویت‌گرانو، حدود ۷۵ روز پس از شروع انبارداری حدود ۵۰ درصد از سوخ‌ها سبز شدند (شکل ۸).




**شکل ۵- روند سبزشدن پیازها در فواصل مختلف انبارداری در دو شرایط دمایی مختلف**

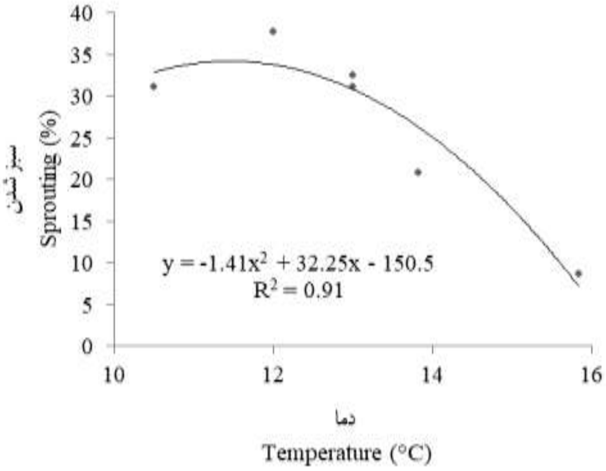
**Figure 5- Trend of sprouting in different storage intervals in two different temperature conditions**




**شکل ۶- مقایسه درصد سبزشدن کل، در ارقام مختلف پیاز در دو شرایط دمایی مختلف بعد از چهار ماه**

**Figure 6- Comparison of total sprouting of different onion cultivars under two different temperature condition after four months**

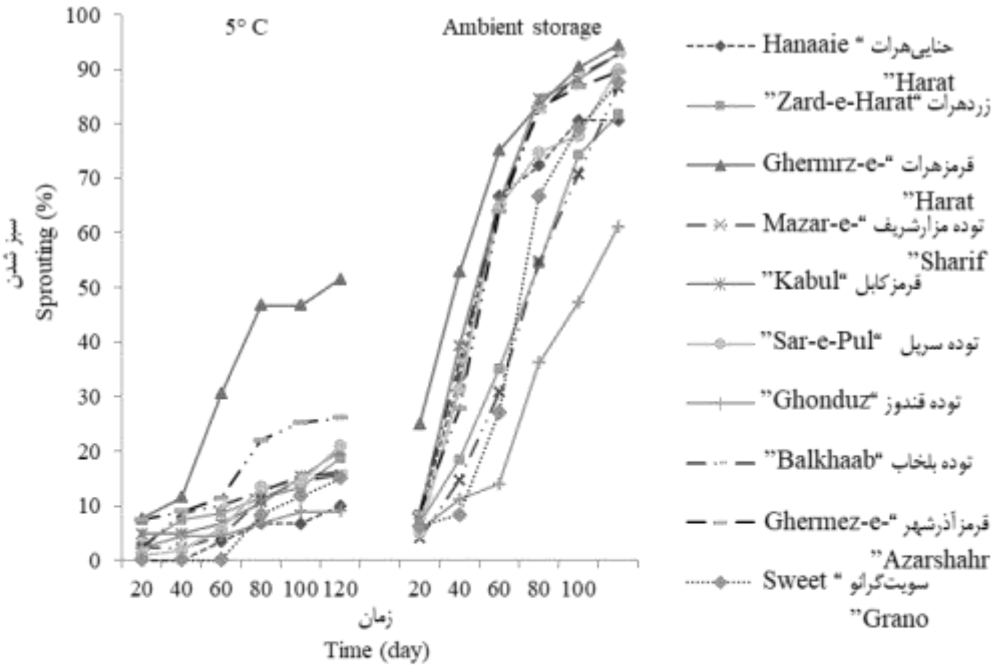
**(LSD, $p \leq 0.05$)**




**شکل ۷- رابطه بین میانگین دمای انبار معمولی و درصد سبزشدن ارقام مختلف پیاز**

**Figure 7- Relationship between ambient storage temperature and percentage of sprouting of different onion cultivars**

۵۰ درصد سبزشدن توده قندوز در دمای انبار معمولی، تقریباً بعد از ۱۰۵ روز، اتفاق افتاد که می‌توان این توده را به‌عنوان رقم مناسبی برای انبارداری معرفی کرد. میدما (Miedema, 1994) با مقایسه ۱۰ رقم پیاز در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد، در انبار خشک، نشان داد ۵۰ درصد سبزشدن پیازها بعد از ۱۴۹ تا ۳۱۰ روز و روی ورمی‌کولیت مرطوب بعد از ۴۹ تا ۱۵۶ روز اتفاق افتاد که تایید می‌کند خواب در ارقام مختلف با هم تفاوت دارد. باتوجه‌به شکل ۶ می‌توان گفت بین تک سوخ‌های درون هر توده نیز مدت خواب تفاوت وجود دارد. بریوستر (Brewster, 2008) نیز با بررسی نتایج محققین دیگر، این مطلب را تایید می‌کند. مدت خواب و در نتیجه‌ی آن قابلیت انبارمانی، به ژنوتیپ بستگی دارد و می‌تواند توسط اصلاح بهبود یابد (Pike, 1986; Brewster, 1997).

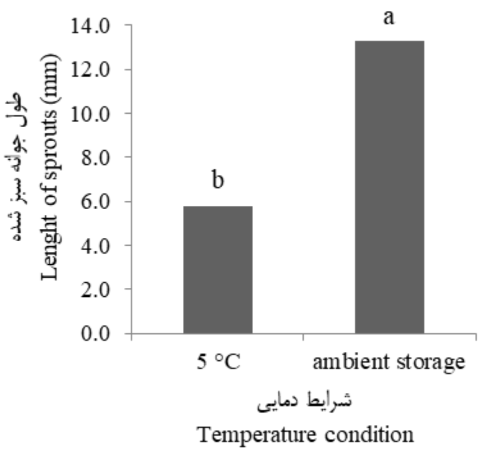



**شکل ۸- روند سبزشدن ارقام مختلف پیاز خوراکی در دو شرایط دمایی ۵ درجه سانتی‌گراد و انبار معمولی از ۱۵ آبان تا ۱۵ اسفند سال ۱۳۹۰**

**Figure 8- Trend of sprouting of different onion cultivars under two different temperature conditions from November 6th to March 5th, 2011-2012**

**طول جوانه سبز شده**

بین زمان‌های مختلف اندازه‌گیری، تفاوت معنی‌داری در طول جوانه سبز شده وجود نداشته است (جدول ۱). این نشان می‌دهد زمانی که رشد جوانه رویشی آغاز شد، فارغ از اینکه در چه زمانی پس از انبارداری باشد با سرعت ثابتی در هر رقم به رشد ادامه می‌دهد. بین ارقام مختلف، از لحاظ طول جوانه سبز شده تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). رشد جوانه سبز شده در توده بومی حنایی هرات کمتر از سایر توده‌ها بوده است و جوانه سبز کرده در توده زردهرات بیشترین رشد را داشته است (جدول ۲). به‌طورکلی در هر رقم، رشد جوانه سبز شده در دمای بالاتر بیشتر بوده است، به‌طوری‌که طول جوانه سبز شده در دمای انبار معمولی ۲-۳ برابر دمای ۵ درجه سانتی‌گراد بوده است (شکل ۹). نتایج این تحقیق با نتایج آبدالا و من (Abdalla and Mann, 1963) که نشان می‌دهد طول جوانه سبز شده پیاز در دمای ۰ و ۳۰ درجه کمتر از دمای ۱۵ درجه است، همخوانی دارد. یو و همکاران (Yoo *et al*., 2012) نیز با بررسی رشد جوانه در دماهای ۱، ۷، ۱۳، ۲۰، ۲۷ و ۳۴ درجه سانتی‌گراد، مشاهده کرده‌اند بیشترین رشد جوانه در دمای ۱۳ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد رخ داده است.




**شکل ۹- میانگین طول جوانه سبز شده در هر سوخ پیاز در فواصل ۲۰ روزه از ۱۵ آبان تا ۱۵ اسفند سال ۱۳۹۰**

**Figure 9- Average of length of sprouts in each onion bulb in 20 days intervals from November 6th to March 5th, 2011-2012 (LSD, $p \le 0.05$)**

**درصد وزن جوانه سبز شده به وزن سوخ**

اثر زمان بر درصد وزن جوانه سبز شده به وزن سوخ، معنی‌دار نشده است (جدول ۱). این نشان می‌دهد در تمام طول دوره انبارداری، با آغاز رشد جوانه، ادامه رشد یکنواخت بوده است. در ارقام مختلف، درصد وزن جوانه سبز شده به وزن سوخ تفاوت معنی‌داری با هم دارند (جدول ۱). نتایج مورکوت و گورپاتی (Murkute and Gorrepati, 2018) نشان داد خصوصیات بیوشیمیایی ۳۴ رقم پیاز ضمن تفاوت‌های اولیه، قبل و بعد از ۳ ماه انبارداری تغییر می‌کند و بین ارقام تفاوت‌های معنی‌داری وجود دارد. تفاوت در خصوصیات بیوشیمیایی از جمله مواد جامد محلول، ترکیب قندها و فنول کل سوخ‌های ژنوتیپ های مختلف پیاز و روند تغییر آنها طی انبارداری، در شکستن خواب و سرعت سبزشدن ژنوتیپ های مختلف پیاز نقش دارد (Benkeblia *et al*., 2005; McCallum *et al*., 2001; Murkute and Gorrepati, 2018). احتمالاً در این آزمایش نیز تفاوت‌های بیوشیمیایی ارقام و توده‌ها سبب تفاوت در سرعت رشد جوانه و نسبت تبدیل مواد ذخیره‌ای سوخ به رشد رویشی شده باشد. این نسبت در توده قرمزهرات بیشتر از سایر توده‌ها بوده است و کمترین میزان به توده حنایی هرات مربوط می‌باشد (جدول ۲). اثر دما بر درصد وزن جوانه سبز شده به وزن سوخ کاملا مشخص و معنی‌دار است. در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، وزن جوانه سبز شده در همه توده‌ها کمتر از ۰/۶ ٪ وزن سوخ است اما در دمای انبار معمولی در توده قرمزهرات به حدود ۱/۹ ٪ می‌رسد. این موضوع نشان می‌دهد دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، در مقایسه با دمای انبار معمولی توانسته است فعالیت جوانه رویشی را به‌شدت کاهش دهد که مانع مصرف مواد ذخیره‌ای و سبزشدن پیازها می‌شود. یو و همکاران (Yoo *et al*., 2012) نیز کاهش رشد جوانه رویشی پیاز طی انبارمانی در دمای ۱ و ۷ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با ۱۳ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد را گزارش کردند.

## نتیجه‌گیری

بررسی اثر متقابل زمان اندازه‌گیری و شرایط دمـایی انبـار، نشـان داد کاهش وزن پیازها در دمای انبار معمـولی در ابتـدا و انتهـای دوره انبارداری بیشتر بود اما در دمای ۵ درجه، طبـق یـک مـدل خطـی در انتهای دوره کاهش یافت. درصد سبزشدن در دمای انبـار معمـولی در فواصل ابتدایی دوره انبارداری با سرعت زیـاد افـزایش یافـت، امـا در فواصل انتهایی انبارداری ثابت شد. میانگین طول جوانه سـبز شـده و وزن جوانه سبز شده به وزن سوخ تحت‌تـأثیر زمـان قـرار نگرفتنـد و جوانه با آغاز رشد در همه فواصل انبارداری، به رشد یکنواخـت ادامـه داد. اثر رقم بر همه صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. این موضـوع نشان‌دهنده‌ی تنوع زیاد ژنتیکـی بـین تـوده‌هـای موجـود در قابلیـت انبارمانی است. پیازها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای انبار معمولی کمتر آب از دست دادند، کمتر سبز شدند و نسـبت کمتـری از مواد ذخیره‌ای‌شان، به مصرف جوانه سبز شده رسید؛ بنابراین از لحـاظ اقتصادی توصیه می‌شود پیازها در دمای پایین انبار شوند. در مجمـوع، پیاز توده بومی قندوز نسبت به دیگـر تـوده‌هـا و حتـی رقـم تجـاری سویت‌گرانو، قابلیت انبارمانی بیشـتری از خـود نشـان داد کـه نشـان می‌دهد قابلیت انبارمانی بعضی از توده‌های بـومی پیـاز مـورد بررسـی نسبت به ارقام معروف تجاری بیشتر است. این موضوع اهمیت ذخیره ژنی موجود در توده‌های بومی افغانستان را مشخص می‌کند.

## منابع


1. Abdalla A.A., and Mann L.K. 1963. Bulb Development in the Onion (*Allium cepa* L.) and the Effect of Storage Temperature on Bulb Rest. Hilgardia 35(5): 85–112. https://doi.org/10.3733/hilg.v35n05p085.
2. Baninasab B., Plant M.R.-A.J. of and 2006, U. 2006. The effect of high temperature on sprouting and weight loss of two onion cultivars. American Journal of Plant Physiology 1: 199–204.
3. Benkeblia N., Onodera S., and Shiomi N. 2005. Variation in 1-fructo-exohydrolase (1-FEH) and 1-kestose-hydrolysing (1-KH) activities and fructo-oligosaccharide (FOS) status in onion bulbs. Influence of temperature and storage time. Journal of the Science of Food and Agriculture Journal Science Food Agriculture 85: 227–234. https://doi.org/10.1002/jsfa.1959.
4. Benkeblia N., Varoquaux P., Gouble B., and Selselet-Attou G. 2000. Respiratory parameters of onion bulbs (*Allium cepa*) during storage. Effects of ionising radiation and temperature. Journal of the Science of Food and Agriculture 80(12): 1772–1778. https://doi.org/10.1002/1097-0010(20000915)80:12<1772::AID-JSFA700>3.0.CO;2-5.
5. Brewster J.L. 1997. Onions and Garlic. In Wien, H.C. (Ed), The Physiology of Vegetable Crops, pp. 581–619. Wallingford, UK: CAB International.
6. Brewster J.L. 2008. Onions and Other Vegetable Alliums. Wallingford, UK: CAB International.
7. Chope G.A., Terry L.A., and White P.J. 2007. The effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the physical and biochemical characteristics of onion cv. SS1 bulbs during storage. Postharvest Biology and Technology 44(2): 131–140. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.11.012.
8. Forudi B.R. 2005. Study on quantitative and qualitative characters of onion cultivars and determination of the relationship between some character and storability. Seedling and Seed 22: 67–86. (In Persian)
9. Gorrepati K., Murkute A.A., Bhagat Y., and Gopal J. 2018. Post-harvest losses in different varieties of onion. Indian Journal of Horticulture 75(2): 314-318. https://doi.org/10.5958/0974-0112.2018.00052.X.
10. Gubb I.R., and MacTavish H.S. 2002. Onion pre- and postharvest consideration. In Rabinowitch H. D. and Currah, L. (Eds), Allium Crop Science: Recent Advances, pp. 233–265. Wallingford, UK: CAB International.
11. Ko S., Chang W., Wang J., Cherng S., and Shanmugasundaram S. 2002. Storage variability among short-day onion cultivars under high temperature and high relative humidity, and its relationship with disease incidence and bulb characteristics. Journal of the American Society for Horticultural Science 127(5): 848–854. https://doi.org/10.21273/JASHS.127.5.848.
12. McCallum J.A., Grant D.G., McCartney E.P., Scheffer J., Shaw M.L., and Butler R.C. 2001. Genotypic and environmental variation in bulb composition of New Zealand adapted onion (*Allium cepa*) germplasm. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 29(3): 149–158. https://doi.org/10.1080/01140671.2001.9514173.
13. Miedema P. 1994. Bulb dormancy in onion. I.The effects of temperature and cultivar on sprouting and rooting. Journal of Horticultural Science 69(1): 29–39. https://doi.org/10.1080/14620316.1994.11515245.
14. Murkute A.A., and Gorrepati K. 2018. Biochemical Alterations in Short Day Onion (*Allium cepa*) Varieties Under Storage. National Academy Science Letters 41(5): 313–316. https://doi.org/10.1007/s40009-018-0654-x.
15. Pike L.M. 1986. Onion Breeding. In Breeding Vegetable Crops, 357–394. USA: AVI Publishing Co.
16. Ramin A.A. 1999. Storage potential of bulb onions (*Allium cepa* L.) under high temperatures. Journal of

Horticultural Science and Biotechnology 74(2): 181–186. https://doi.org/10.1080/14620316.1999.11511092.

17. Rivera Martínez A., Fernández Paz J., and Andrés Ares J.L. 2005. Evaluation of local onion lines from northwest Spain. Spanish Journal of Agricultural Research 3(1): 90–97. https://doi.org/10.5424/sjar/2005031-128.
18. Yoo K.S., Andersen C.R., and Pike L.M. 1997. Internal CO2concentrations in onion bulbs at different storage temperatures and in response to sealing of the neck and base. Postharvest Biology and Technology 12(2): 157–163. https://doi.org/10.1016/S0925-5214(97)00046-X.
19. Yoo K.S., Lee E.J., and Patil B.S. 2012. Changes in Flavor Precursors, Pungency, and Sugar Content in Short-Day Onion Bulbs during 5-Month Storage at Various Temperatures or in Controlled Atmosphere. Journal of Food Science 77(2): C216–C221. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02529.x.